

Rec'd PCT/PTO 20 OCT 2004
PCT/JP 03/05110
REC'D 09 MAY 2004 03
WIPO PCT

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年 4月25日

出願番号
Application Number:

特願2002-124824

[ST.10/C]:

[JP2002-124824]

出願人
Applicant(s):

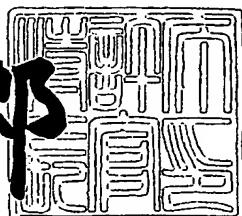
ソニー株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 3月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY 出証番号 出証特2003-3012919

【書類名】 特許願
【整理番号】 0290130902
【提出日】 平成14年 4月25日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02F 1/13
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 武川 洋
【特許出願人】
【識別番号】 000002185
【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代理人】
【識別番号】 100067736
【弁理士】
【氏名又は名称】 小池 晃
【選任した代理人】
【識別番号】 100086335
【弁理士】
【氏名又は名称】 田村 繁一
【選任した代理人】
【識別番号】 100096677
【弁理士】
【氏名又は名称】 伊賀 誠司
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 019530
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1

特2002-124824

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像表示素子と、

上記画像表示素子からの射出光を回折させる透過型回折光学素子と、

上記透過型回折光学素子からの回折光を反射する正の光学的パワーを有する反射型光学素子と

を備え、

上記透過型回折光学素子は、上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子により反射された反射光が再びこの透過型回折光学素子に入射するときに、上記画像表示素子からの射出光に対する回折効率よりも小さな回折効率にて回折させることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 上記透過型回折光学素子は、上記画像表示素子からの射出光の主光線を、受光面の法線に対して 5 度以上となる入射角にて受光することを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 3】 上記透過型回折光学素子は、体積型ホログラム光学素子であることを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 4】 上記透過型回折光学素子は、間隔が不均一な回折格子により構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 5】 上記透過型回折光学素子は、偏光選択性ホログラム光学素子であることを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 6】 上記偏光選択性ホログラム光学素子は、ホログラフィック高分子分散液晶光学素子であることを特徴とする請求項 5 記載の画像表示装置。

【請求項 7】 上記ホログラフィック高分子分散液晶光学素子は、P 偏光回折効率が S 偏光回折効率よりも大きいことを特徴とする請求項 6 記載の画像表示装置。

【請求項 8】 上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子は、反射型体積ホログラム光学素子であることを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 9】 上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子は、凹面反射鏡

であって、

上記凹面反射鏡の反射面の形状は、1つの対称面を有し、かつ、その面内及び面外において回転対称軸が存在しない形状であることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項10】 上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子は、背面側からの光の少なくとも一部を上記透過型回折光学素子側である正面側に透過させる半透過物質からなることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項11】 上記透過型回折光学素子と上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子の間の光路中に、1/4波長板を備えていることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項12】 上記画像表示素子と上記透過型回折光学素子の間の光路中に、屈折率が1より大きい光学媒質が配置されていることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項13】 上記画像表示素子からの射出光は、上記光学媒質内で少なくとも1回以上内部反射をした後に、上記透過型回折光学素子へ入射することを特徴とする請求項12記載の画像表示装置。

【請求項14】 上記透過型回折光学素子と上記反射型光学素子とは、光学的に密着されていることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項15】 上記透過型回折光学素子が偏光選択性ホログラム光学素子であって、上記反射光学素子の上記回折光の入射する面の背面側に、偏光板が配置されていることを特徴とする請求項10記載の画像表示装置。

【請求項16】 上記偏光板は、上記透過型回折光学素子の回折効率が最も小さくなるような偏光方位を主に透過するよう配置されていることを特徴とする請求項15記載の画像表示装置。

【請求項17】 上記偏光板は、受光面に略垂直な軸回りに回転可能となされていることを特徴とする請求項15記載の画像表示装置。

【請求項18】 上記反射光学素子の上記回折光の入射する面の背面側に、第1の偏光板、1/4波長板及び第2の偏光板が順次配置されていることを特徴とする請求項10記載の画像表示装置。

【請求項19】 上記1／4波長板、または、上記各偏光板の少なくとも1つは、各受光面に略垂直な軸回りに回転可能となされていることを特徴とする請求項18記載の画像表示装置。

【請求項20】 画像表示素子と、

上記画像表示素子からの射出光を受光する透過型回折光学素子と、

上記透過型回折光学素子において回折されることなく透過した上記画像表示素子からの出射光を反射する正の光学的パワーを有する反射型光学素子とを備え、

上記透過型回折光学素子は、上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子により反射された反射光が再びこの透過型回折光学素子に入射するときに、上記画像表示素子からの射出光に対する回折効率よりも大きな回折効率にて回折させることを特徴とする画像表示装置。

【請求項21】 上記透過型回折光学素子は、上記画像表示素子からの射出光の主光線を、受光面の法線に対して5度以上となる入射角にて受光することを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項22】 上記透過型回折光学素子は、体積型ホログラム光学素子であることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項23】 上記透過型回折光学素子は、間隔が不均一な回折格子により構成されていることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項24】 上記透過型回折光学素子は、偏光選択性ホログラム光学素子であることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項25】 上記偏光選択性ホログラム光学素子は、ホログラフィック高分子分散液晶光学素子であることを特徴とする請求項24記載の画像表示装置。

【請求項26】 上記ホログラフィック高分子分散液晶光学素子は、P偏光回折効率がS偏光回折効率よりも大きいことを特徴とする請求項25記載の画像表示装置。

【請求項27】 上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子は、反射型体積ホログラム光学素子であることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項28】 上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子は、凹面反射

鏡であって、

上記凹面反射鏡の反射面の形状は、1つの対称面を有し、かつ、その面内及び面外において回転対称軸が存在しない形状であることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項29】 上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子は、背面側からの光の少なくとも一部を上記透過型回折光学素子側である正面側に透過させる半透過物質からなることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項30】 上記透過型回折光学素子と上記正の光学的パワーを有する反射型光学素子の間の光路中に、 $1/4$ 波長板を備えていることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項31】 上記画像表示素子と上記透過型回折光学素子の間の光路中に、屈折率が1より大きい光学媒質が配置されていることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項32】 上記画像表示素子からの射出光は、上記光学媒質内で少なくとも1回以上内部反射をした後に、上記透過型回折光学素子へ入射することを特徴とする請求項31記載の画像表示装置。

【請求項33】 上記透過型回折光学素子と上記反射型光学素子とは、光学的に密着されていることを特徴とする請求項20記載の画像表示装置。

【請求項34】 上記透過型回折光学素子が偏光選択性ホログラム光学素子であって、上記反射光学素子の上記回折光の入射する面の背面側に、偏光板が配置されていることを特徴とする請求項29記載の画像表示装置。

【請求項35】 上記偏光板は、上記透過型回折光学素子の回折効率が最も小さくなるような偏光方位を主に透過するよう配置されていることを特徴とする請求項34記載の画像表示装置。

【請求項36】 上記偏光板は、受光面に略垂直な軸回りに回転可能となされていることを特徴とする請求項34記載の画像表示装置。

【請求項37】 上記反射光学素子の上記回折光の入射する面の背面側に、第1の偏光板、 $1/4$ 波長板及び第2の偏光板が順次配置されていることを特徴とする請求項29記載の画像表示装置。

【請求項38】 上記1/4波長板、または、上記各偏光板の少なくとも1つは、各受光面に略垂直な軸回りに回転可能となされていることを特徴とする請求項37記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、ビデオカメラのビューファインダや頭部装着型ディスプレイ等として使用して好適な画像表示装置に関し、特に、いわゆるシースルー機能を有する眼鏡型虚像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば、ビデオカメラのビューファインダや頭部装着型ディスプレイ等として使用される画像表示装置が提案されている。そして、このような画像表示装置として、反射型空間光変調素子を使用して構成された虚像表示装置が提案されている。

【0003】

例えば、米国特許第5596451号に記載されているように、このような画像表示装置は、図6に示すように、立方体形状の偏光ビームスプリッタキューブ125を備えて構成されている。この偏光ビームスプリッタキューブ125は、対角面に偏光ビームスプリッタ面125Eを有している。

【0004】

この画像表示装置においては、偏光ビームスプリッタ面125Eに対して45°の角度をなす偏光ビームスプリッタキューブ125の第1の面125Aに対向して、照明用光源装置121及び偏光子123が配置されている。また、偏光ビームスプリッタ面125Eに対して45°の角度をなし第1の面125Aに対して90°の角度をなす偏光ビームスプリッタキューブ125の第2の面125Bに対向して、反射型空間光変調器122が配置されている。そして、第2の面125Bに対して平行な偏光ビームスプリッタキューブ125の第3の面125Cに対向して、四分の一波長板126及び反射ミラー127が配置されている。

【0005】

この画像表示装置において、照明用光源装置121から出射された光は、偏光子123を透過することにより、偏光ビームスプリッタ面125Eに対するS偏光である直線偏光となされ、この偏光ビームスプリッタ面125Eにおいて反射されて略々90°偏向され、反射型空間光変調器122に到達する。この反射型空間光変調器122からは、表示画像に応じて偏光状態が変調された反射光が射される。

【0006】

この反射光のうち、偏光ビームスプリッタ面125Eに対するP偏光成分は、この偏光ビームスプリッタ面125Eを透過し、四分の一波長板126を透過して、反射ミラー127の凹型反射面によって反射される。この反射ミラー127における反射光は、再び四分の一波長板126を透過することにより、偏光ビームスプリッタ面125Eに対するS偏光となる。そして、偏光ビームスプリッタ面125Eに到達した反射光128Aは、この偏光ビームスプリッタ125Eによって反射されて略々90°偏向され、観察領域130において人間の瞳131に到達して観察される。

【0007】

また、米国特許第5886822号に記載されている画像表示装置は、図7に示すように、上述の画像表示装置と同様に、立方体形状の偏光ビームスプリッタキューブ301を有して構成されている。この偏光ビームスプリッタキューブ301は、対角面に偏光ビームスプリッタ面324を有している。

【0008】

この画像表示装置においては、偏光ビームスプリッタ面324に対して45°の角度をなす偏光ビームスプリッタキューブ301の第1の面には、光学媒質から形成された光導波路300が、この偏光ビームスプリッタキューブ301に光学的に密着されて設けられている。そして、この光導波路300の終端部には、第1のレンズ360が、この光導波路300に対して光学的に密着して配設されている。さらに、この第1のレンズ360に対向して、画像表示素子320が配置されている。

【0009】

この画像表示装置においては、画像表示素子320から射出した画像表示光線308は、第1のレンズ360を介して光導波路300に入射し、偏光ビームスプリッタ面324にて反射されたのち、第2のレンズ370を介して射出され、観察者の瞳500に到達する。この画像表示装置においては、第1及び第2のレンズ360, 370によって、虚像結像を行っている。

【0010】

この画像表示装置においては、画像表示素子と虚像結像レンズとの間の物理的距離を大きくとることができるので、眼の直前に画像表示素子を配置する必要がなく、設計上の自由度が大きいという利点がある。

【0011】

また、特開2001-264682公報に記載されている画像表示装置は、図8に示すように、画像表示素子201から発せられた表示光Lをプリズム202に入射させ、このプリズム202の内部で対向する2つの反射面202a, 202b間を複数回反射させて拡大レンズまで導くように構成されている。この画像表示装置における画像表示素子201は、輝度変調を行う画像表示素子となっている。

【0012】

そして、拡大レンズとしては、反射型ホログラムレンズ203を用いており、この反射型ホログラムレンズ203によって虚像結像が行われるようにしている。すなわち、この画像表示装置においては、画像表示素子201から射出された表示光Lは、プリズム202に入射後、対向する2つの反射面202a, 202b間において複数回の内部反射を経て、反射型ホログラムレンズ203にて虚像結像のパワーを与えられて、プリズム202より射出し、観察者の瞳204に到達する。

【0013】

この画像表示装置においては、プリズム内における内部反射を繰り返しながら拡大レンズまで表示光が伝達されるようにしているため、図7に示した画像表示装置に比較して、光学系を薄く構成できるという利点がある。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のような画像表示装置において、図6に示した画像表示装置については、以下のような欠点を指摘することができる。

【0015】

(1) 照明用光源装置121からの光の一部は、図6中の破線で示すように、迷光128Bとして直接的に瞳131に到達する。この迷光128Bは、反射型空間光変調器122によって表示される画像データにとってノイズとなり、表示画像のコントラストを低下させる。

【0016】

(2) この画像表示装置の光学系は、画像表示を行う反射光128Aを瞳131側に偏向させる偏光ビームスプリッタキューブ125の大きさによって、光学系の射出瞳径や表示画角の最大値が制約される構成となっている。そのため、この画像表示装置において、アイレリーフを一定に保ったままで、これら射出瞳径や表示画角の最大値などの値を大きくするには、偏光ビームスプリッタキューブ125を大きくせざるを得ない。偏光ビームスプリッタキューブ125を大きくすると、光学系全体の厚さが大きくなり、重量も大きくなってしまう。

【0017】

(3) 偏光ビームスプリッタキューブは、製造が困難であり、製造費も高いため、画像表示装置全体の製造の困難化、製造費の増大が招来される。

【0018】

また、図7に示した画像表示装置については、以下のような欠点を指摘することができる。

【0019】

(1) 画像表示光線308を反射する偏光ビームスプリッタキューブ301の大きさによって、光学系の射出瞳径、表示画角の最大値が制約される構成となっている。そのため、この画像表示装置において、アイレリーフを一定に保ったままで、これら射出瞳径や表示画角の最大値などの値を大きくするには、偏光ビームスプリッタキューブ301及び光導波路300を大きくせざるを得ない。偏光

ビームスプリッタキューブ301及び光導波路300を大きくすると、光学系全体の厚さが大きくなり、重量も大きくなってしまう。

【0020】

(2) 偏光ビームスプリッタキューブは、製造が困難であり、製造費も高いため、画像表示装置全体の製造の困難化、製造費の増大が招来される。

【0021】

さらに、図8に示した画像表示装置については、以下のような欠点を指摘することができる。

【0022】

(1) 共軸光学系を用いている図6及び図7に示す画像表示装置に比較すると、偏心光学系を採用することにより、構成の薄型化に適している。しかし、反射型ホログラムレンズ203は、収差を増大させないために、瞳204に対して平行(瞳204の光軸に対して直交)に配置することはできない。そのため、この画像表示装置においても、光学系の射出瞳径や表示画角を大きくする場合には、プリズム202の厚さが大きくなり、重量も大きくなる。

【0023】

(2) この光学系においては、画像表示光が入射されるこの画像表示光の光軸に対して傾斜された反射型ホログラムレンズ203が、虚像結像のためのパワーを有している。すなわち、この光学系は、偏心光学系である。

【0024】

この光学系における偏心量、すなわち反射型ホログラムレンズ203への画像表示光の入射角、または、射出角は、プリズム202をなす媒質中において、10°程度を越える角度となる。このような大きな偏心量をもつ光学系においては、膨大な量の偏心収差が発生し、反射型ホログラムレンズ203のみによって、このような偏心収差の補正を行うことは困難である。

【0025】

したがって、この画像表示装置において、高い解像力、例えば、50本/mmの空間周波数について、20%以上のMTF (Modulation Transfer Function)を確保することはできない。

【0026】

そこで、本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、画像表示素子の虚像を形成して画像表示を行う画像表示装置であって、光学系の厚さ及び重量が最小化されることにより、装置全体の寸法及び重量が小型化されながら、射出瞳径、表示画角及びアイレリーフが大きくなされ、また、収差が低減された画像表示装置を提供しようとするものである。

【0027】

【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決するため、本発明に係る画像表示装置は、画像表示素子と、この画像表示素子からの射出光を回折させる透過型回折光学素子と、この透過型回折光学素子からの回折光を反射する正の光学的パワーを有する反射型光学素子とを備え、透過型回折光学素子は、正の光学的パワーを有する反射型光学素子により反射された反射光が再びこの透過型回折光学素子に入射するときに、画像表示素子からの射出光に対する回折効率よりも小さな回折効率にて回折させることを特徴とするものである。

【0028】

また、本発明に係る画像表示装置は、画像表示素子と、この画像表示素子からの射出光を受光する透過型回折光学素子と、この透過型回折光学素子において回折されることなく透過した画像表示素子からの出射光を反射する正の光学的パワーを有する反射型光学素子とを備え、透過型回折光学素子は、正の光学的パワーを有する反射型光学素子により反射された反射光が再びこの透過型回折光学素子に入射するときに、画像表示素子からの射出光に対する回折効率よりも大きな回折効率にて回折させることを特徴とするものである。

【0029】

より具体的には、本発明に係る画像表示装置においては、透過型回折光学素子として、P偏光入射光を主に回折しS偏光入射光はほとんど回折しないホログラフィック高分子分散液晶光学素子（「HPDLC」）などを使用する。また、これと同時に、「HPDLC」光学素子に入射する画像表示光と、反射光学素子により反射されて再び「HPDLC」光学素子に入射する反射光とで、偏光方向を

90度異ならせるために、「H P D L C」光学素子と反射光学素子との間に、1/4波長板を配置するとよい。

【0030】

また、透過型回折光学素子は、画像表示素子から正の光学的パワーを有する反射型光学素子に偏心して入射する画像表示光において発生する偏心収差を補正する機能を有しており、そのため、この透過型回折光学素子を構成する回折格子の形状、間隔が不均一とされる。

【0031】

さらに、本発明においては、画像表示素子と透過型回折光学素子との間の光路中に屈折率が1より大きい光学媒質を配置することにより、画像表示素子と透過型回折光学素子との間の光路の空気換算距離を短くし、正の光学的パワーを有する反射型光学素子との有効焦点距離を短くすることができる。これによって、光学系の拡大倍率を大きくし、また、光学系のサイズを小さくすることが可能となる。

【0032】

以上のように、本発明によると、画像表示素子と正の光学的パワーを有する反射型光学素子とを光学的に偏心したレイアウトをとることによって、同一射出瞳系、同一表示画角の他の方式の光学系と比較して、光学系全体を薄型化および軽量化でき、また、偏心光学系であることにより発生する偏心収差を、透過型回折光学素子によって補正することにより、解像力の高い光学系を実現することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0034】

本発明に係る画像表示装置は、図1に示すように、照明用光源装置10と、透過型空間光変調器20と、透過型回折光学素子となる「H P D L C」光学素子50と、2つの1/4波長板60、61と、正の光学的パワーを有する反射型光学素子である自由曲面半透鏡70と、偏光板80とを有して構成される。

【0035】

光源装置10は、光源として半導体レーザー11を有し、この半導体レーザー11から発せられた光束を導く導光板12と、光学フィルム14とを有して構成されている。すなわち、半導体レーザー11から射出された光は、合成樹脂からなる導光板12に入射し、この導光板12により照度の均一化、射出角度の制御をなされて、射出面13より射出する。射出面13より射出した照明光Aは、射出面13に平行に配置された光学フィルム14を透過することにより、さらに射出角度をコントロールされた後、透過型空間光変調素子20に入射する。なお、導光板12においては、射出面13以外の各面には、図示しない反射シートが設けられている。

【0036】

透過型空間光変調素子20に入射した照明光Aは、この透過型空間光変調素子20により、表示される画像に対応する画像情報に応じて、各画素ごとに輝度変調され、画像表示光Bとして射出される。この透過型空間光変調素子20としては、例えば、液晶素子を用いることができる。ここで、画像表示光Bは、次に入射する「H P D L C」光学素子50に対するP偏光光となされている。

【0037】

画像表示光Bは、次に、約45度の入射角にて、透過型の「H P D L C」光学素子50に入射する。この「H P D L C」光学素子50は、「ホログラフィック高分子分散液晶光学素子」であり、ここでは、P偏光入射光を主に回折させ、S偏光入射光はほとんど回折させないように形成されている。したがって、「H P D L C」光学素子50に入射した画像表示光Bの多くは回折され、1/4波長板60に、略々垂直に入射する。

【0038】

なお、「H P D L C」光学素子50は、液晶層と高分子層とが、順次縞状に配列された回折格子のような構造を有しており、液晶層の分子の配向方向により、P偏光を回折させS偏光を回折させない特性か、あるいは、S偏光を回折させP偏光を回折させない特性となる。

【0039】

1/4波長板60は、直線偏光である画像表示光Bを円偏光に変換するように遅相軸の方向を調整されている。この1/4波長板60に入射した画像表示光Bは、円偏光となって、自由曲面半透鏡70に入射する。ここで、自由曲面半透鏡70の反射面は、図1において紙面に平行な唯1つの対称面を有し、かつ、その面内及び面外において回転対称軸が存在しない形状、いわゆる自由曲面となされている。画像表示光Bは、この自由曲面半透鏡70が正の光学的パワーを有しているため、この自由曲面半透鏡70により反射されることにより、虚像を結像することとなる。

【0040】

この自由曲面半透鏡70からの反射光、すなわち、虚像表示光Cは、再び1/4波長板60に入射し、この1/4波長板60を透過することにより直線偏光に戻される。このとき、虚像表示光Cは、「HPDLC」光学素子50に対してP偏光光ではなく、S偏光光となされる。したがって、虚像表示光Cは、「HPDLC」光学素子50において、ほとんど回折されることなく透過して、観察者の瞳100に入射する。

【0041】

この画像表示装置においては、画像表示光Bは、「HPDLC」光学素子50において回折されることによって、自由曲面半透鏡70に対しては、略々垂直に入射されるため、偏心光学系において発生する偏心収差をほとんど生ずることがない。

【0042】

一方、自由曲面半透鏡70の背後側より到達する背景光Dは、図1に示すように、偏光板80、第2の1/4波長板61、自由曲面半透鏡70、1/4波長板60、「HPDLC」光学素子50を透過して、観察者の瞳100に入射する。この背景光Dは、偏光板80への入射前は無偏光状態であるが、この偏光板80を透過することによって直線偏光光となされ、次に、第2の1/4波長板61を透過することによって円偏光光となされ、さらに、1/4波長板60を透過することによって、「HPDLC」光学素子50に対するS偏光光である直線偏光となされる。「HPDLC」光学素子50においては、S偏光光はほとんど回折さ

れないので、この背景光Dは、「HPDLC」光学素子50にて回折されることなく、観察者の瞳100に到達する。この場合の観察者の瞳100に到達する背景光Dの光量は、自由曲面半透過鏡70における透過率（例えば、50%程度）に依存する。

【0043】

なお、偏光板80、または、第2の1/4波長板61をそれぞれの面に直交する軸回りに回転させることにより、瞳100へ到達する背景光Dの光量を可変させることができる。例えば、第2の1/4波長板61と1/4波長板60とをそれぞれの遅相軸が直交するよう配置するとともに、偏光板80をこの偏光板80の透過光が「HPDLC」光学素子50に対するP偏光光となるように回転させることにより、背景光Dの一部が「HPDLC」光学素子50において光源装置10側に回折されるようになり、瞳100に入射する背景光Dの光量を（例えば、10%程度にまで）減少させることができる。

【0044】

次に、本発明に係る画像表示装置は、図2に示すように、上述の自由曲面半透過鏡70に代えて、反射型体積ホログラムレンズ71を用いて構成することができる。すなわち、この場合には、この画像表示装置は、照明用光源装置10、反射型空間光変調器20、リレー光学系90、「HPDLC」光学素子50、2つの1/4波長板60、61、反射型体積ホログラムレンズ71及び偏光板80を有して構成される。

【0045】

光源装置10は、上述の画像表示装置におけると同様に、光源として半導体レーザー11を有し、この半導体レーザー11から発せられた光束を導く導光板12と、光学フィルム14とを有して構成されている。すなわち、半導体レーザー11から射出された光は、合成樹脂からなる導光板12に入射し、この導光板12により照度の均一化、射出角度の制御をなされて、射出面13より射出する。射出面13より射出した照明光Aは、射出面13に平行に配置された光学フィルム14を透過することによりさらに射出角度をコントロールされ、偏光ビームスプリッタ15によって主にS偏光成分のみを反射され、反射型空間光変調素子20

に入射する。なお、導光板12においては、射出面13以外の各面には、図示しない反射シートが設けられている。

【0046】

反射型空間光変調素子20に入射した照明光Aは、この反射型空間光変調素子20により、表示される画像に対応する画像情報に応じて、各画素ごとに偏光状態が変調され、再び偏光ビームスプリッタ15に入射する。この反射型空間光変調素子20としては、例えば、液晶素子を用いることができる。偏光ビームスプリッタ15は、P偏光成分を主に透過させる。したがって、反射型空間光変調素子20において偏光状態を変調された光は、偏光ビームスプリッタ15を透過することにより、輝度変調された画像表示光Bに変換されて、リレー光学系90に入射する。

【0047】

リレー光学系90は、結像レンズ91、平面反射鏡93及びフィールドレンズ92より構成されている。このリレー光学系90においては、画像表示光Bが、まず、結像レンズ91に入射され、この結像レンズ91の出射光が、平面反射鏡93を経て、フィールドレンズ92に入射される。このフィールドレンズ92の出射光は、反射型空間光変調素子20の空中像（実像）110を形成する。この中空像110を形成した画像表示光Bは、次に、約45度の入射角にて、透過型の「HPDLC」光学素子50に入射する。この「HPDLC」光学素子50は、「ホログラフィック高分子分散液晶光学素子」であり、ここでは、P偏光入射光を主に回折させ、S偏光入射光はほとんど回折させないように形成されている。ここで、「HPDLC」光学素子50に入射する画像表示光Bは、この「HPDLC」光学素子50に対するP偏光光となっているので、「HPDLC」光学素子50に入射した画像表示光Bの多くは回折され、1/4波長板60に、略々垂直に入射する。

【0048】

1/4波長板60は、直線偏光である画像表示光Bを円偏光に変換するように遅相軸の方向を調整されている。この1/4波長板60に入射した画像表示光Bは、円偏光となって、反射型体積ホログラムレンズ71に入射する。画像表示光

Bは、この反射型体積ホログラムレンズ71が正の光学的パワーを有しているため、この反射型体積ホログラムレンズ71により反射されることにより、虚像を結像することとなる。

【0049】

この反射型体積ホログラムレンズ71からの反射光、すなわち、虚像表示光Cは、再び $1/4$ 波長板60に入射し、この $1/4$ 波長板60を透過することにより直線偏光に戻される。このとき、虚像表示光Cは、「HPDLC」光学素子50に対してP偏光光ではなく、S偏光光となされる。したがって、虚像表示光Cは、「HPDLC」光学素子50において、ほとんど回折されることなく透過して、観察者の瞳100に入射する。

【0050】

この画像表示装置においては、画像表示光Bは、「HPDLC」光学素子50及び反射型体積ホログラムレンズ71において、収差補正、光路長の修正をなされる。光路長の修正とは、画像表示光Bが反射型体積ホログラムレンズ71に対して傾斜して（偏心して）入射するために、この反射型体積ホログラムレンズ71におけるリレー光学系90に近い側と遠い側とで生ずる光路長差を修正することである。体積ホログラムを用いれば、このような光路長差の修正も行うことができる。

【0051】

また、「HPDLC」光学素子50は、反射型体積ホログラムレンズ71のみの場合よりも、補正可能な偏心収差量を増大させる効果を有している。すなわち、「HPDLC」光学素子50は、反射型体積ホログラムレンズ71に入射する画像表示光Bの光路長をコントロールすることによって、補正可能な偏心収差量を増大させている。

【0052】

一方、反射型体積ホログラムレンズ71の背後側より到達する背景光Dは、図2に示すように、偏光板80、第2の $1/4$ 波長板61、反射型体積ホログラムレンズ71、 $1/4$ 波長板60、「HPDLC」光学素子50を透過して、観察者の瞳100に入射する。この背景光Dは、偏光板80への入射前は無偏光状態

であるが、この偏光板80を透過することによって直線偏光光となされ、次に、第2の1/4波長板61を透過することによって円偏光光となされ、さらに、1/4波長板60を透過することによって、「HPDLC」光学素子50に対するS偏光光である直線偏光となされる。「HPDLC」光学素子50においては、S偏光光はほとんど回折されないので、この背景光Dは、「HPDLC」光学素子50にて回折されることなく、観察者の瞳100に到達する。この場合の観察者の瞳100に到達する背景光Dの光量は、反射型体積ホログラムレンズ71における透過率に依存する。

【0053】

なお、偏光板80、または、第2の1/4波長板61をそれぞれの面に直交する軸回りに回転させることにより、瞳100へ到達する背景光Dの光量を可変させることができる。例えば、第2の1/4波長板61と1/4波長板60とをそれぞれの遅相軸が直交するよう配置するとともに、偏光板80をこの偏光板80の透過光が「HPDLC」光学素子50に対するP偏光光となるように回転させることにより、背景光Dの一部が「HPDLC」光学素子50において光源装置10側に回折されるようになり、瞳100に入射する背景光Dの光量を（例えば、10%程度にまで）減少させることができる。

【0054】

この画像表示装置においては、リレー光学系90を用いて空中像110を形成させていることによって、反射型画像表示素子20と反射型体積ホログラムレンズ71との間の実効的な間隔を短くして、表示画像の光学倍率を大きくすることを可能にしている。なお、平面反射鏡93は、曲面鏡に代えてもよい。

【0055】

次に、本発明に係る画像表示装置は、図3に示すように、照明用の光源装置10、照明光学系30、反射型空間光変調素子20、導光プリズム40、透過型体積ホログラム光学素子51、反射型体積ホログラムレンズ71及び偏光板80を用いて構成することができる。

【0056】

光源装置10は、上述の画像表示装置におけると同様に、光源として半導体レ

ーザー11を有し、この半導体レーザー11から発せられた光束を導く導光板12と、光学フィルム14とを有して構成されている。すなわち、半導体レーザー11から射出された光は、合成樹脂からなる導光板12に入射し、この導光板12により照度の均一化、射出角度の制御をなされて、射出面13より射出する。射出面13より射出した照明光Aは、射出面13に平行に配置された光学フィルム14を透過することによりさらに射出角度をコントロールされる。なお、導光板12においては、射出面13以外の各面には、図示しない反射シートが設けられている。

【0057】

光学フィルム14を透過した照明光Aは、偏光板15を透過することにより、直線偏光光となされる。このときの照明光Aの偏光方向は、後述する「H P D L C」光学素子32に対するP偏光光である方向となされている。光学フィルム14を透過した照明光Aは、照明光学系30を構成する照明プリズム31に入射する。この照明プリズム31は、第1の面が照明光Aの入射面となされ、この第1の面に対して傾斜した第2の面に後述する「H P D L C」光学素子32及び反射型空間光変調素子20が接合され、第1の面に対して略々直交する第3の面に後述する導光プリズム40の入射面が接合されている。

【0058】

照明プリズム31に入射した照明光Aは、この照明プリズム31内より、「H P D L C」光学素子32に入射する。このとき、照明光Aの「H P D L C」光学素子32に対する照明プリズム31の媒質中での入射角は、約25度となっている。「H P D L C」光学素子32に入射した照明光Aは、この「H P D L C」光学素子32に対してP偏光となっているため、この「H P D L C」光学素子32によって略々全光量が回折される。「H P D L C」光学素子32によって回折された照明光Aは、この「H P D L C」光学素子32の背後に設置された反射型空間光変調素子20に略々垂直に入射する。

【0059】

反射型空間光変調素子20に入射した照明光Aは、この反射型空間光変調素子20において、表示画像の各画素ごとに偏光状態を変調されて反射され、再び「

「H P D L C」光学素子32に入射する。この透過型空間光変調素子20としては、例えば、液晶素子を用いることができる。反射型空間光変調素子20で変調されなかったP偏光光は、「H P D L C」光学素子32において、再び回折され、光源装置10側に戻る。反射型空間光変調素子20で変調されたS偏光光は、「H P D L C」光学素子32において回折されることなく、この「H P D L C」光学素子32を透過して画像表示光Bとなる。この画像表示光Bは、表示画像の各画素ごとに輝度が変調された輝度変調光となっている。この画像表示光Bは、照明プリズム31内で内面反射し、この照明プリズム31の第3の面より出射する。

【0060】

この照明プリズム31の第3の面と導光プリズム40の入射面との間には、検光子33が挟み込まれている。すなわち、照明プリズム31の第3の面より出射した画像表示光Bは、検光子33を透過して、導光プリズム40の入射面に入射する。画像表示光Bは、検光子33を透過することにより、所定の方向の偏光成分のみが検波される。この検光子33において検波されることにより、画像表示光Bは、さらに十分な輝度変調をなされた光となる。

【0061】

導光プリズム40に入射した画像表示光Bは、この導光プリズム40内における数回の内部全反射を経て、この導光プリズム40に光学的に密着された透過型体積ホログラム光学素子51に斜め方向から入射する。透過型体積ホログラム光学素子51に入射した画像表示光Bは、この透過型体積ホログラム光学素子51により回折され、反射型体積ホログラムレンズ71に入射する。

【0062】

画像表示光Bは、反射型体積ホログラムレンズ71が正の光学的パワーを有しているため、この反射型体積ホログラムレンズ71により反射されることにより、虚像を結像する虚像表示光Cとなって、再び透過型体積ホログラム光学素子51に入射する。

【0063】

このとき、この虚像表示光Cは、導光プリズム40内から透過型体積ホログラ

ム光学素子51に入射する画像表示光Bとは異なる入射角にて、透過型体積ホログラム光学素子51に入射する。そのため、この虚像表示光Cは、透過型体積ホログラム光学素子51の角度選択性により、回折されずに、この透過型体積ホログラム光学素子51を透過する。そして、この虚像表示光Cは、導光プリズム40を透過して、観察者の瞳100に到達する。

【0064】

ここで、透過型体積ホログラム光学素子51は、反射型体積ホログラムレンズ71のみの場合よりも、補正可能な偏心収差量を増大させる効果を有している。すなわち、透過型体積ホログラム光学素子51は、反射型体積ホログラムレンズ71に入射する画像表示光Bの入射角度を均一化することによって、補正可能な偏心収差量を増大させている。

【0065】

一方、反射型体積ホログラムレンズ71の背後側より到達する背景光Dは、図3に示すように、偏光板80、反射型体積ホログラムレンズ71、透過型体積ホログラム光学素子51、導光プリズム40を透過して、観察者の瞳100に入射する。この背景光Dは、偏光板80への入射前は無偏光状態であるが、この偏光板80を透過することによって、透過型体積ホログラム光学素子51に対するS偏光光である直線偏光となされる。透過型体積ホログラム光学素子51においては、S偏光光はほとんど回折されないので、この背景光Dは、透過型体積ホログラム光学素子51にて回折されることなく、観察者の瞳100に到達する。この場合の観察者の瞳100に到達する背景光Dの光量は、反射型体積ホログラムレンズ71及び透過型体積ホログラム光学素子51における透過率に依存する。

【0066】

なお、偏光板80を正面に直交する軸回りに回転させることにより、瞳100へ到達する背景光Dの光量を可変させることができる。偏光板80をこの偏光板80の透過光が透過型体積ホログラム光学素子51に対するP偏光光となるように回転させることにより、背景光Dが透過型体積ホログラム光学素子51において光源装置10側に回折されるようになり、瞳100に入射する背景光Dの光量を減少させることができる。

【0067】

なお、この実施の形態においては、反射型体積ホログラム光学素子71に代えて、自由曲面反射鏡（自由曲面半透過鏡）を用いてもよく、また、透過型体積ホログラム光学素子51を「HPDLC」光学素子に代替してもよい。この場合の「HPDLC」光学素子は、回折効率について、入射光束の偏光方向に対する依存性を有さず、入射光束の入射角度に対する依存性を有するものを用いる。

【0068】

そして、本発明に係る画像表示装置は、図4に示すように、「HPDLC」光学素子を使用せず、照明用光源装置10から射出した照明光Aを、導光プリズム40を透して、直接反射型空間光変調素子20に斜め方向より入射させる構成としてもよい。すなわち、この画像表示装置は、照明用の光源装置10、反射型空間光変調素子（デジタルマイクロミラーデバイス）20、導光プリズム40、透過型回折光学素子52及び反射型体積ホログラムレンズ70を有して構成される。

【0069】

光源装置10は、上述の画像表示装置におけると同様に、光源として半導体レーザー11を有し、この半導体レーザー11から発せられた光束を導く導光板12と、光学フィルム14とを有して構成されている。すなわち、半導体レーザー11から射出された光は、合成樹脂からなる導光板12に入射し、この導光板12により照度の均一化、射出角度の制御をなされて、射出面13より射出する。射出面13より射出した照明光Aは、射出面13に平行に配置された光学フィルム14を透過することによりさらに射出角度をコントロールされる。なお、導光板12においては、射出面13以外の各面には、図示しない反射シートが設けられている。

【0070】

光学フィルム14を透過した照明光Aは、導光プリズム40の一端側部分を透過して、斜め方向より、反射型空間光変調素子であるデジタルマイクロミラーデバイス20に入射する。デジタルマイクロミラーデバイス20は、表示画像の画素に対応する微細なミラーを有して構成されており、これらミラーがそれぞれ回

転操作可能となっている。すなわち、このデジタルマイクロミラーデバイス20においては、各ミラーを回転操作することによって、各画素ごとに入射光束に対する反射方向を変えることができる。

【0071】

導光プリズム40の一端側部分は、楔状の形状を有しており、この導光プリズム40の一端側部分の外面部に接合されたデジタルマイクロミラーデバイス20は、この導光プリズム40の一端側部分を光源装置10より透過してきた照明光Aに対して、傾斜して配置されている。

【0072】

デジタルマイクロミラーデバイス20に入射した照明光Aは、このデジタルマイクロミラーデバイス20により、各画素ごとに反射方向を制御され、表示画像に対応して、一部が画像表示光Bとしてデジタルマイクロミラーデバイス20より略々垂直に射出される。照明光Aの残部は、デジタルマイクロミラーデバイス20より、再び光源装置10側に反射される。

【0073】

デジタルマイクロミラーデバイス20より略々垂直に射出された画像表示光Bは、導光プリズム40に再入射し、この導光プリズム40の互いに平行な外面部（光束分割面）41、42における内部全反射を交互に数回繰り返した後に、この外面部41、42の一方であって導光プリズム40の他端側にあたる位置に光学的に密着された透過型回折光学素子52に対し、斜め方向から入射する。

【0074】

透過型回折光学素子52に入射した画像表示光Bは、この透過型回折光学素子52を透過して、この透過型回折光学素子52に光学的に密着されている反射型体積ホログラムレンズ70に入射する。そして、画像表示光Bは、反射型体積ホログラムレンズ70が正の光学的パワーを有しているため、この反射型体積ホログラムレンズ70により反射されることにより、虚像を結像する虚像表示光Cとなって、再び透過型回折光学素子52に入射する。

【0075】

このとき、この虚像表示光Cは、導光プリズム40内から透過型回折光学素子

52に入射する画像表示光Bとは異なる入射角にて、透過型回折光学素子52に入射する。そのため、この虚像表示光Cは、透過型回折光学素子52の角度選択性により、回折されて、この透過型体積ホログラム光学素子51を透過する。そして、この虚像表示光Cは、導光プリズム40の外面部41、42を透過して、観察者の瞳100に到達する。

【0076】

さらに、本発明に係る画像表示装置は、図5に示すように、空間光変調素子となる自発光型マイクロディスプレイ20、導光プリズム40、透過型回折光学素子52及び反射型体積ホログラムレンズ70とを用いて構成するようにしてもよい。

【0077】

自発光型マイクロディスプレイ20は、光源を内蔵して構成され、表示画像に応じた強度変調がなされた画像表示光Bを射出する。すなわち、この自発光型マイクロディスプレイ20においては、各画素ごとに発光強度を制御され、表示画像に対応する画像表示光Bが、この自発光型マイクロディスプレイ20より略々垂直に射出される。

【0078】

自発光型マイクロディスプレイ20より射出された画像表示光Bは、導光プリズム40の一端側部分より、この導光プリズム40内に入射する。この導光プリズム40の一端側部分は、楔状の形状を有しており、この導光プリズム40の一端側部分の外面部（入射面43）に接合された自発光型マイクロディスプレイ20は、この導光プリズム40の互いに平行な外面部（光束分割面）41、42に對して傾斜した状態に設置されている。

【0079】

そして、自発光型マイクロディスプレイ20より略々垂直に射出された画像表示光Bは、導光プリズム40に入射し、この導光プリズム40の互いに平行な外面部（光束分割面）41、42における内部全反射を交互に数回繰り返した後に、この外面部41、42の一方であって導光プリズム40の他端側にあたる位置に光学的に密着された透過型回折光学素子52に対し、斜め方向から入射する。

【0080】

透過型回折光学素子52に入射した画像表示光Bは、この透過型回折光学素子52を透過して、この透過型回折光学素子52に光学的に密着されている反射型体積ホログラムレンズ70に入射する。そして、画像表示光Bは、反射型体積ホログラムレンズ70が正の光学的パワーを有しているため、この反射型体積ホログラムレンズ70により反射されることにより、虚像を結像する虚像表示光Cとなって、再び透過型回折光学素子52に入射する。

【0081】

このとき、この虚像表示光Cは、導光プリズム40内から透過型回折光学素子52に入射する画像表示光Bとは異なる入射角にて、透過型回折光学素子52に入射する。そのため、この虚像表示光Cは、透過型回折光学素子52の角度選択性により、回折されて、この透過型体積ホログラム光学素子51を透過する。そして、この虚像表示光Cは、導光プリズム40の外面部41、42を透過して、観察者の瞳100に到達する。

【0082】

なお、上述の各実施の形態において、「H P D L C」光学素子50、透過型体積ホログラム光学素子51及び透過型回折光学素子52においては、偏光方向、または、入射角に依存して、一回目の透過において回折され（または、回折されず）、二回目の逆方向への透過において回折されない（または、回折される）ようにしているが、これらの関係を逆にして、一回目の透過において回折されず（または、回折され）、二回目の逆方向への透過において回折される（または、回折されない）ようにして構成してもよい。

【0083】

【発明の効果】

上述のように、本発明に係る画像表示装置においては、画像表示素子と正の光学的パワーを有する反射型光学素子とを光学的に偏心したレイアウトをとることによって、同一射出瞳系、同一表示画角の他の方式の光学系と比較して、光学系全体を薄型化および軽量化でき、また、偏心光学系であることにより発生する偏心収差を、透過型回折光学素子によって補正することにより、解像力の高い光学

系を実現することができる。

【0084】

すなわち、本発明は、画像表示素子の虚像を形成して画像表示を行う画像表示装置であって、光学系の厚さ及び重量が最小化されることにより、装置全体の寸法及び重量が小型化されながら、射出瞳径、表示画角及びアイレリーフが大きくなされ、また、収差が低減された画像表示装置を提供することができるものである。

【画面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る画像表示装置の第1の実施の形態における構成を示す側面図である。

【図2】

上記画像表示装置の第2の実施の形態における構成を示す側面図である。

【図3】

上記画像表示装置の第3の実施の形態における構成を示す側面図である。

【図4】

上記画像表示装置の第4の実施の形態における構成を示す側面図である。

【図5】

上記画像表示装置の第5の実施の形態における構成を示す側面図である。

【図6】

従来の画像表示装置の構成の第1の例を示す側面図である。

【図7】

従来の画像表示装置の構成の第2の例を示す側面図である。

【図8】

従来の画像表示装置の構成の第3の例を示す側面図である。

【符号の説明】

10 光源装置、20 空間光変調素子、30 照明光学系、40 導光プリズム、50 「H P D L C」光学素子、51 透過型体積ホログラム光学素子、52 透過型回折光学素子、70 自由曲面半透鏡、71 反射型体積ホログラ

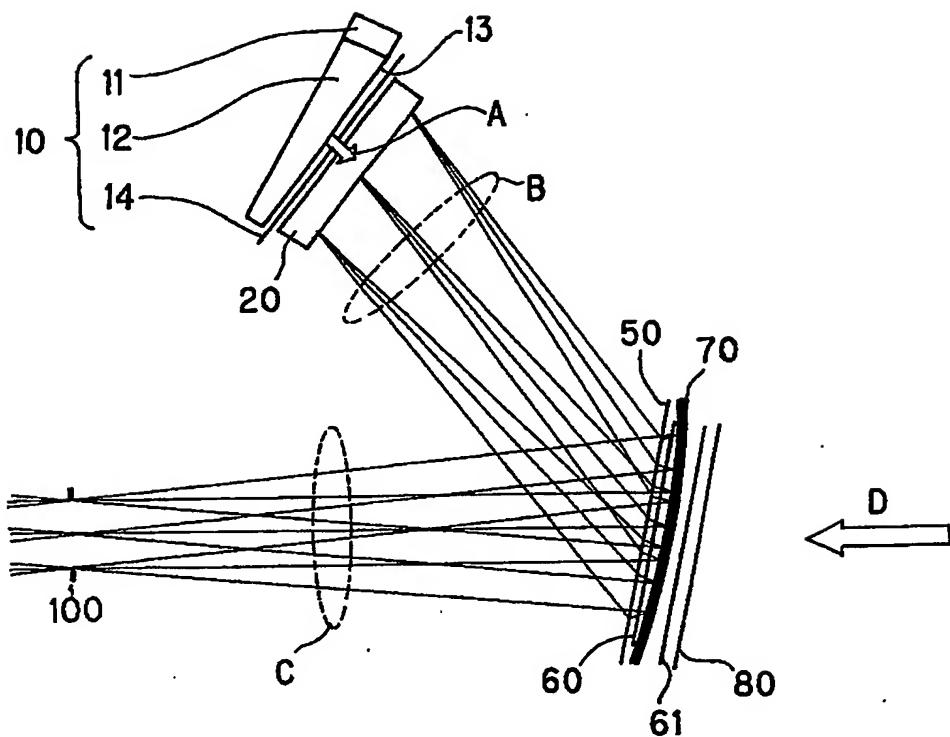
特2002-124824

ムレンズ、100 瞳

【書類名】

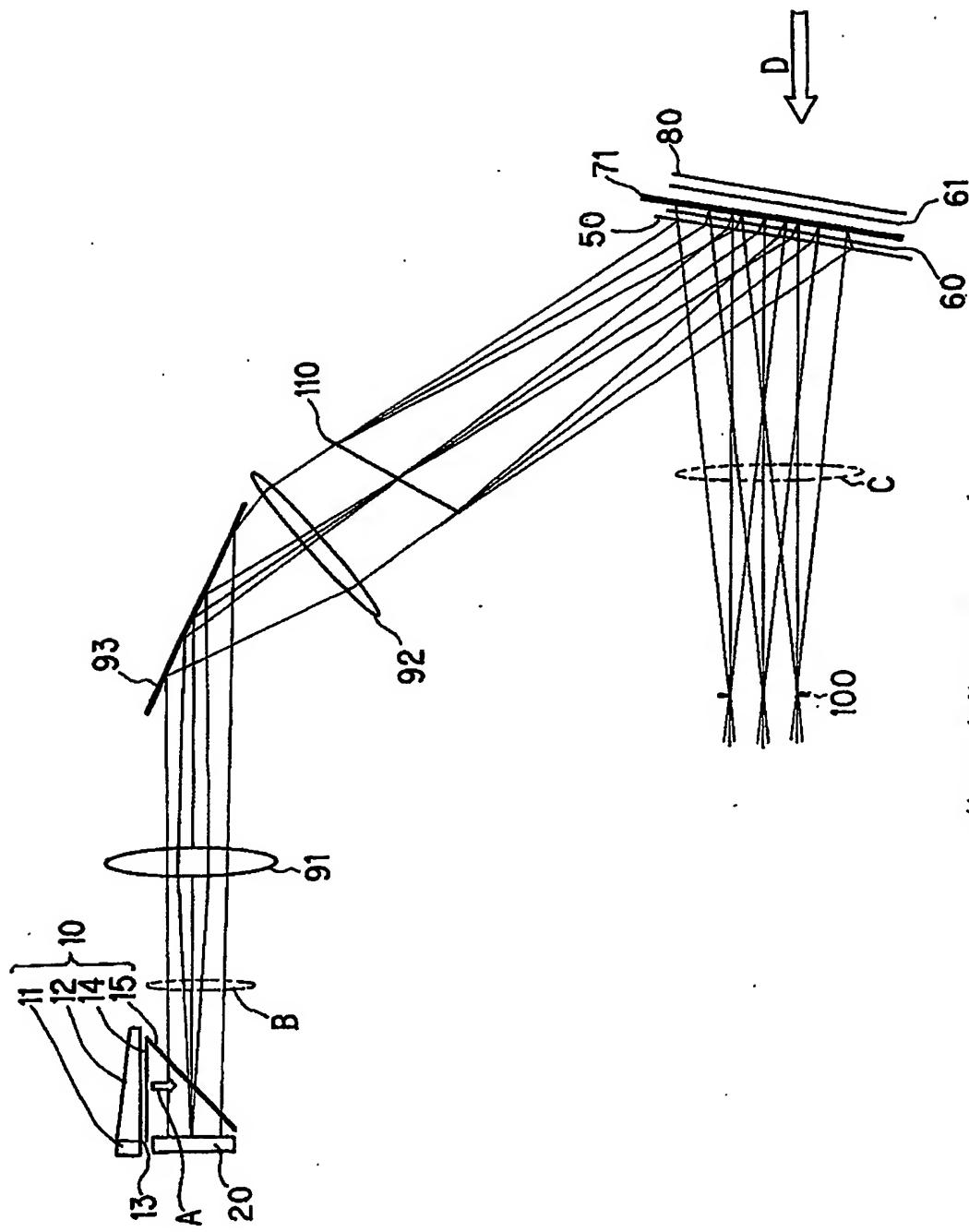
図面

【図1】



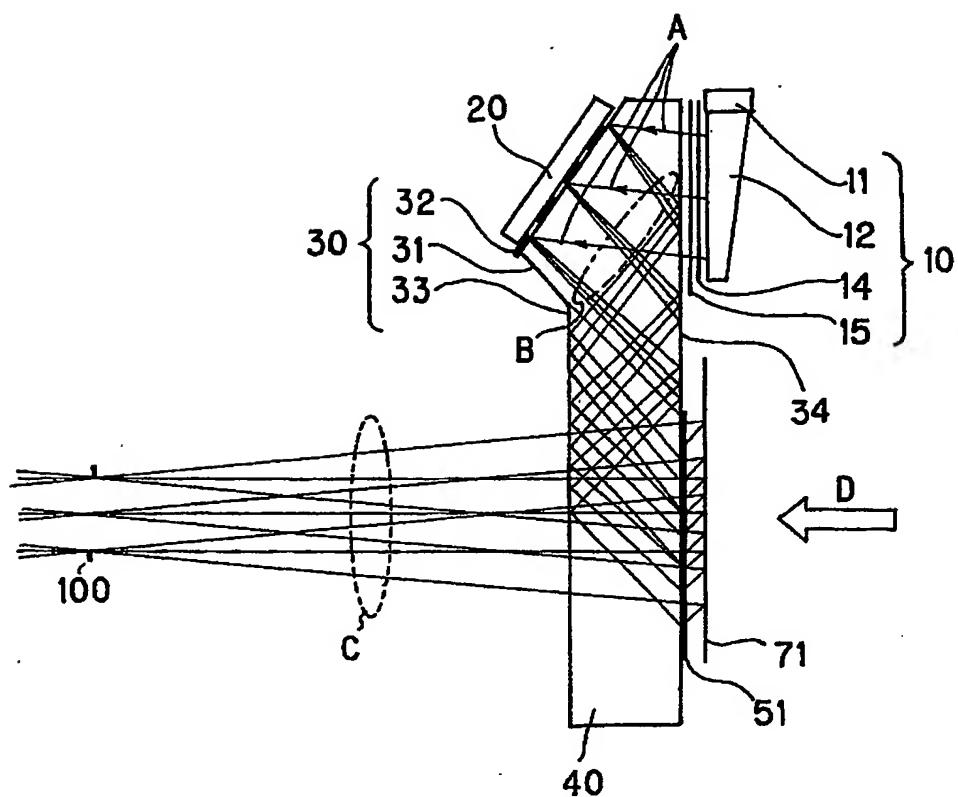
第1の実施の形態

【図2】



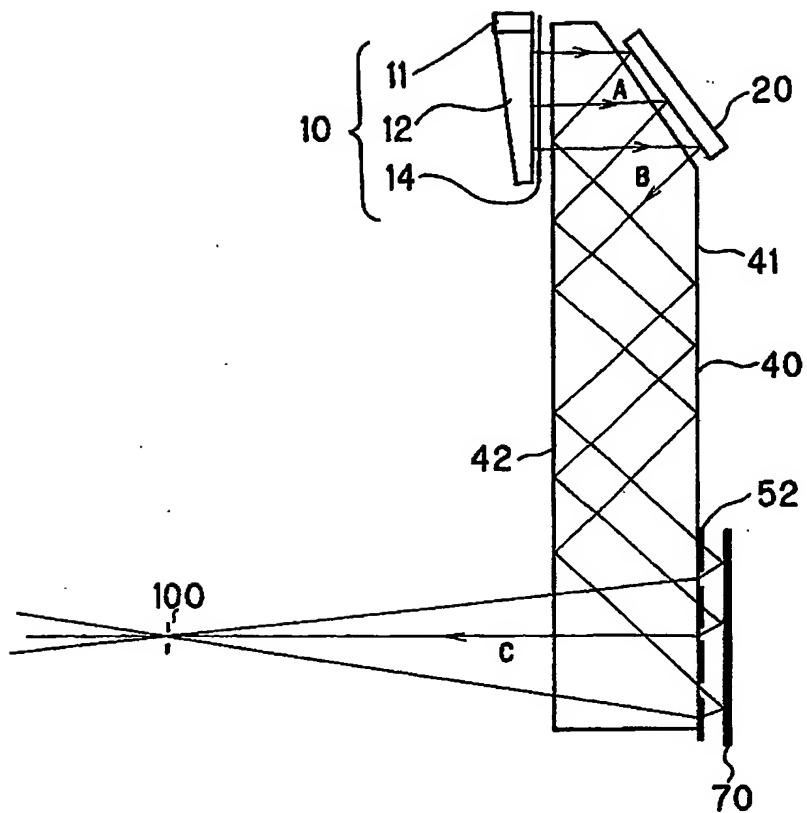
第2の実施の形態

【図3】



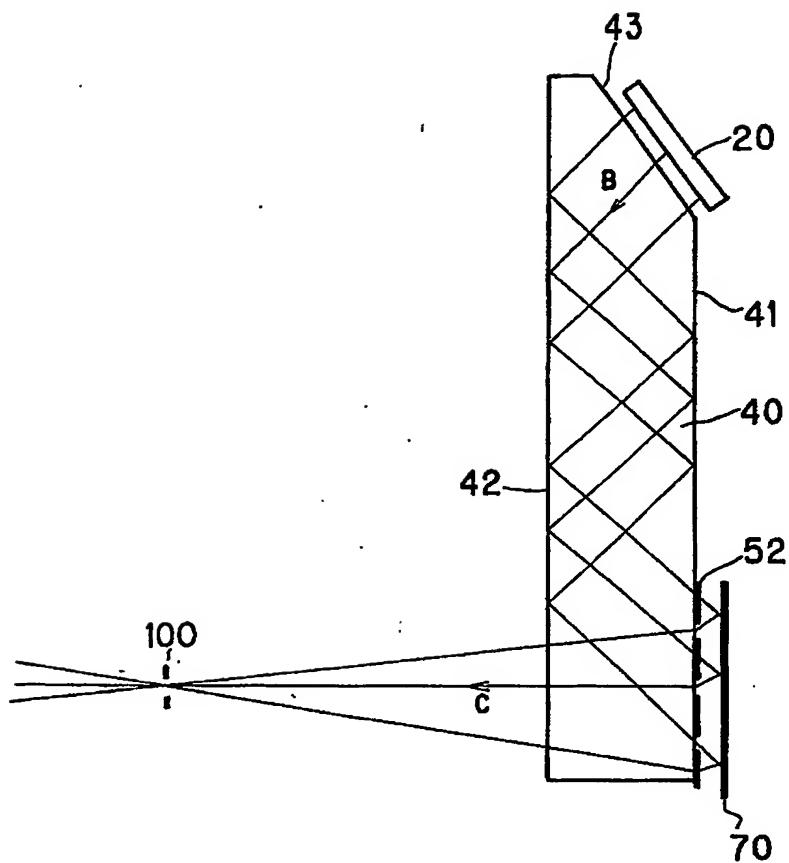
第3の実施の形態

【図4】



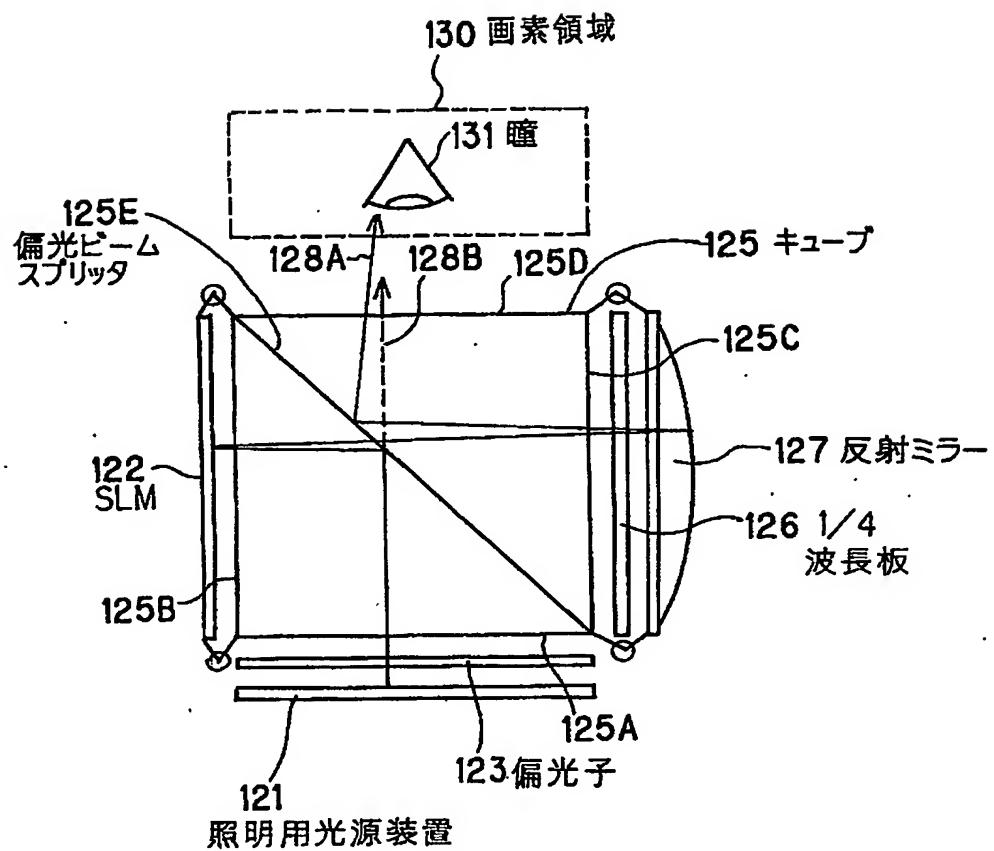
第4の実施の形態

【図5】



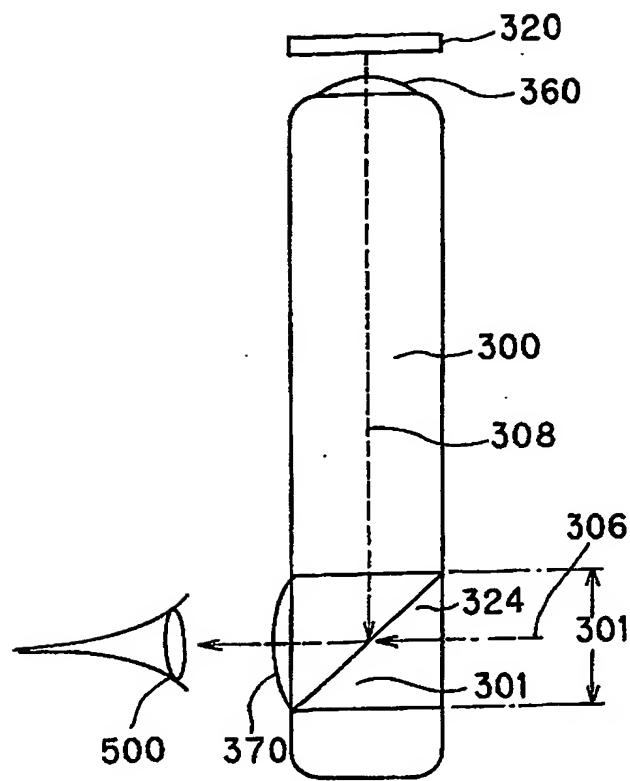
第5の実施の形態

【図6】



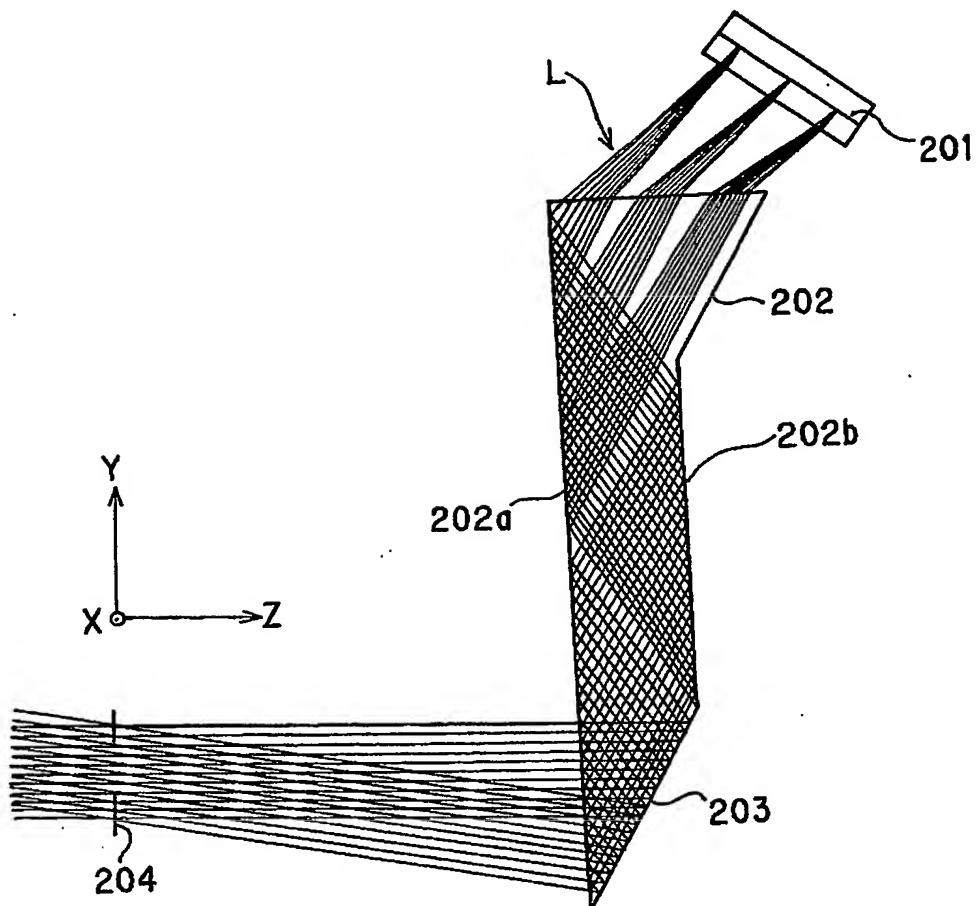
第1の従来例

【図7】



・第2の従来例

【図8】



第3の従来例

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学系の厚さ及び重量を最小化して、装置全体の寸法及び重量を小型化し、射出瞳径、表示画角及びアイレリーフを大きくし、また、収差を低減する

【解決手段】 画像表示素子20からの射出光を回折させる透過型回折光学素子50と、この透過型回折光学素子50からの回折光を反射する正の光学的パワーを有する反射型光学素子70とを備える。透過型回折光学素子50は、反射型光学素子70により反射された反射光が再びこの透過型回折光学素子50に入射するときに、画像表示素子20からの射出光に対する回折効率よりも小さな回折効率にて回折させる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社